植 物 分 类 学 报 44 (1): 89–94(2006)
Acta Phytotaxonomica Sinica
doi:10.1360/aps040118
http://www.plantsystematics.com

我国微型硅藻类的新记录属——拟脆杆藻属

梁君荣 李 扬 陈长平 高亚辉*
(厦门大学生命科学学院 厦门 361005)

Fragilariopsis, a newly recorded nanodiatom genus for China

LIANG Jun-Rong LI Yang CHEN Chang-Ping GAO Ya-Hui*
(*School of Life Sciences, Xiamen University*, Xiamen 361005, China)

Abstract A nanodiatom genus, *Fragilariopsis* Hustedt, is newly recorded in China. This genus is characterized by, (1) cells in ribbons united by the entire or the greater part of the valve surface, (2) raphe strongly eccentric, (3) approximately equal numbers of interstriae and fibule, (4) apical axis often heteropolar, and (5) striae with two rows of poroids, seldom one or more than two. A detailed description of the taxonomic characteristics of the genus is given. The two species distributed in East China Sea and Huanghai Sea of China, *F. kerguelensis* (O'Meara) Hustedt and *F. rhombica* (O'Meara) Hustedt, were observed under TEM and photographed.

Key words East China Sea, Huanghai Sea, nanodiatom, *Fragilariopsis*.

摘要 利用透射电镜(TEM)对东海、黄海海域典型站位的微型硅藻进行了研究,观察到我国的一个新记录属——拟脆杆藻属*Fragilariopsis* Hustedt。该属的主要特征是: 1.细胞以壳面全部或大部分相连成带状群体;2.壳缝靠近壳缘,强烈偏心;3.点条纹数目与船骨点大致相等;4.壳面纵轴通常异极;5.点条纹由两列孔纹组成,很少一列或两列以上的。对该属以及在东海、黄海海域发现的该属的两个种——克氏拟脆杆藻*F. kerguelensis* (O'Meara) Hustedt和菱形拟脆杆藻*F. rhombica* (O'Meara) Hustedt进行了较详细的分类特征、生态习性和分布的描述并配有相应的透射电镜照片。

关键词 东海; 黄海; 微型硅藻; 拟脆杆藻属

微型硅藻(nanodiatom)的个体长度一般都在20 μm以下,是微型浮游生物的重要组成部分(Hallegraeff, 1981, 1984),尤其是在河口和近岸水域,细胞密度较高,是初级生产力的重要贡献者,同时也是贝类、经济动物幼体等的优质饵料生物(程兆第,高亚辉, 1993; 程兆第等, 1993),有些种类的微型硅藻如骨条藻*Skeletonema* Greville、海链藻*Thalassiosira* Cleve、角毛藻*Chaetoceros* Ehrenberg和小盘藻*Minidiscus* Hasle等还是我国沿海海域重要的赤潮原因种,另外,有些种类还可以作为水环境检测的生物指标,如威氏海链藻*Thalassiosira weissflogii* (Grun.) Fryxell & Hasle。我国海洋微型硅藻研究工作者陆续对厦门港(高亚辉, 程兆第, 1992; 高亚辉等, 1992)、福建沿岸(程兆第等, 1993; 刘师成等, 1994)、胶州湾(高亚辉,焦念志, 1995)、香港海域(Gao et al., 2003)、南海北部近岸海域(郭健等, 1999a, b)等

2004-10-09 收稿, 2005-07-18 收修改稿。
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40476055, 30499340); 国家重点基础研究发展规划项目(2005CB422305, 2001CB409701) (Supported by the National Natural Science Foundation of China, Grant Nos. 40476055, 30499340, and the State Key Basic Research and Development Project of China, Grant Nos. 2005CB422305, 2001CB409701)。
* 通讯作者 (Author for correspondence. E-mail: gaoyh@xmu.edu.cn; Tel.: 0592-2181386)。

进行了微型硅藻专题的调查研究并分粒级对微型硅藻和小型硅藻的细胞数量进行了对比,证实了微型硅藻是整个硅藻中一个庞大的类群和重要组成部分,同时还报道了一些我国新记录的属、种以及新种和变种,进一步丰富和完善了我国微型硅藻的种类。

作者通过参加“东、黄海生态系统动力学与生物资源可持续利用”(973项目)若干航次的出海调查,在东海和黄海分别采集代表性站位不同水层的水样各2 L,现场用鲁格氏液固定后带回实验室。在实验室中经浓缩、酸化、水洗处理后,在JEM-100CX® TEM下观察鉴定、拍照和计数,发现一个我国的新记录属——拟脆杆藻属*Fragilariopsis* Hustedt及其在东、黄海海域分布的2个种,即克氏拟脆杆藻*F. kerguelensis* (O'Meara) Hustedt和菱形拟脆杆藻*F. rhombica* (O'Meara) Hustedt。现报道如下。

拟脆杆藻属

Fragilariopsis Hustedt (emend. Hasle) in A. Schmidt et al., Atlas Diatomaceenkunde 299, pl. 299, figs. 9–14. 1913; et in Arch. Hydrobiol. 46: 294. 1952; et in Deutsch. Antarkt. Exped. 1938/1939: 162. 1958; et in Öst. Bot. Z. 105: 204. 1958; Round et al. in Diatoms: Biol. Morph. Genera II 624. 1992; Halse in Nova Hedw. Beih. 106: 317. 1993; Hasle & Syvertsen in C. R. Tomas, Ident. Mar. Phytoplankton 295. 1997.

Hustedt (1913)将脆杆藻属*Fragilaria* Lyngbye中若干具有管壳缝结构的种类独立出来,建立拟脆杆藻属*Fragilariopsis*,该属第一个被命名的种类是南极拟脆杆藻*Fragilariopsis antarctica* (Castracane) Hustedt (=*Fragilaria antarctica* Castracane)。后来相继发现其他若干个种,以及从菱形藻属*Nitzschia* Hassall中将几个具有相同特征的种归入拟脆杆藻属,构成该属13个现生(主要是大洋生活型)以及若干化石种类。拟脆杆藻属属内的分类,主要是根据壳缝的结构、壳面硅质横肋之间膜的结构和群体类型的特征。

所有拟脆杆藻属种类都是带状群体,化石种类因为只能观察到壳面,无法确定其群体类型。Hasle(1965, 1968)对13种拟脆杆藻属种类进行了观察,它们的共同特征是都具有极度偏心的管壳缝,但Hasle(1972)认为群体类型不能作为拟脆杆藻属独立成属的依据,并且认为拟脆杆藻属与菱形藻属、拟菱形藻属*Pseudo-nitzschia* Peragallo在壳面结构上具有很大的相似性,因此又将9种拟脆杆藻属种类重新划入菱形藻属中,并对种名进行相应的更改。但同时仍有一些学者同意Hustedt的观点,继续沿用拟脆杆藻属,如Glezer等(1988)和Round等(1992)将拟脆杆藻属作为一个独立的属,经过近几十年的争论,拟脆杆藻属的地位于1993年得到硅藻学家们较为广泛的认同(Hasle, 1993),隶属于羽纹纲Pennatae双菱藻目Surirellales菱形藻科Nitzschiaceae。

拟脆杆藻属的主要特点是壳环面长方形(Round et al., 1992; Hasle & Syvertsen, 1997)。细胞以壳面全部或大部分相连成带状群体。壳缝靠近壳缘,远离中央。壳缝不突起。点条纹数目与船骨点大致相等。在光学显微镜下,船骨点与点条纹有明显区别。许多种类没有明显的中央间区,即没有明显较大的中央船骨点。壳面较平坦,没有波状起伏。壳面呈狭椭圆形、尖矛形、宽椭圆形、亚圆形、线形或亚线形。纵轴通常异极(纵轴两端异形)。壳面孔纹钝圆形。除两端外,点条纹相互平行。点条纹由两列孔纹组成,很少一列或两列以上的。

拟脆杆藻属与细齿藻属*Denticula* Kuetzing、拟菱形藻属的特征相近,相同点是: (1)肋

纹基本上都是由两排孔纹组成,偶有三排;(2)壳缝强烈偏心;(3)除两端处外,点条纹相互平行;(4)船骨点与肋纹数目基本一致。拟脆杆藻属与细齿藻属的主要区别是: 前者无隔片,而后者具有隔片、拟隔片和次级隔片;拟脆杆藻属的某些种类如*Fragilariopsis cylindrus* (Grunow) Helmcke & Krieger、*F. cylindriformis* (Hasle & Booth) Hasle与拟菱形藻属的一些种类极为相似,主要的区别特征是前者群体为带状群体,即相邻细胞依靠整个壳面相连,后者为链状群体,相邻细胞依靠壳面端部部分相连;前者在壳面外形上呈棒状,壳面两端与中部基本是同样宽度,而后者种类在壳面外形上为狭披针形,壳面中部较宽,两端较尖细(Hasle, 1965, 1972; Hasle & Syvertsen, 1997)。

本属种类为典型的冷水种,多分布在南极及其附近高纬度海域。Hasle曾于1965年在极地海水中发现本属所有13个现生种类,北大西洋海域也有该属种类的广泛分布(Mcminn, 1995)。

1 克氏拟脆杆藻　图1–4

Fragilariopsis kerguelensis (O'Meara) Hustedt in Arch. Hydrobiol. 46: 294. 1952; et in Deutsch. Antarkt. Exped. 1938/1939: 162, pl. 10, figs. 121–127, pl. 12, fig. 158. 1958; et in Öst. Bot. Z. 105: 204, fig. 719. 1958; Manguin in Ann. Sci. Nat. Bot. 12: 299, pl. 29, figs. 351–353. 1960; Hasle in Skr. Norske Vidensk.-Akad. Oslo, Mat.-Naturvidensk. Kl. 21: 14, pl. 3, figs. 4, 5, pl. 4, figs. 11–18, pl. 5, figs. 1–11, pl. 6, figs. 2–4, pl. 7, fig. 9, pl. 8, fig. 10, pl. 16, figs. 3–5. 1965; et in Nytt Mag. Bot. 15: 206, fig. 1, 2, 7–9. 1968; Sournia et al. in Bot. Mar. 22: 184, fig. 33, 1979; Hasle & Medlin in Medlin & Priddle, Polar Diatoms 181, pl. 24.2, figs. 11–18. 1990; Hasle & Syvertsen in C. R. Tomas, Ident. Mar. Phytoplankton 296, pl. 66, figs. a, b. 1997. ——*Terebraria kerguelensis* O'Meara in J. Lin. Soc. (Botany) 15: 56, pl. 1, fig. 4. 1877. ——*Nitzschia kerguelensis* (O'Meara) Hasle in Nova Hedw. Beih. 39: 115. 1972; Abbott in Nova Hedw. Beih. 25: 315, pl. 8, figs. G, H. 1974.

Fragilaria antarctica Castracane in Challenger Exped., Bot. 2 (4): 47, pl. 25, fig. 1. 1886; O'Meara in Cleve, Öfversigt Kongliga Vetenskaps-Akademiens Förbandlingar 1900 57: 932. 1901; Karsten in Deutsch. Tiefsee-Exped. 122, pl. 17, figs. 7a–d. 1905. ——*Fragilariopsis antarctica* (Castracane) Hustedt in A. Schmidt et al., Atlas Diatomacceenkunde 299, pl. 299, figs. 9–14. 1913; Hendey in Discov. Rep. 16: 332, pl. 13, figs. 11, 12. 1937; Kozlova in Nov. Sys. Plant. non-Vascul. 58, pl. 9, fig. 9. 1967.

环面观: 壳面略弯曲,细胞依靠壳面全部或大部分相连成带状群体,条纹之间结构粗糙。

壳面观: 较大个体呈狭椭圆形,两端异极;较小个体成宽矛状或宽椭圆形,两端等极。点条纹相互平行,靠近两端则略弯曲,每条点条纹由两列孔纹组成。壳缝连贯两端,无明显间隙。壳面长10–76 μm,宽5–11 μm,点条纹10 μm内4–7条。

我们共观察到3个标本,长度是20–40 μm,宽5–6 μm,点条纹10 μm内有11条。

生态: 本种为浮游生活种类。

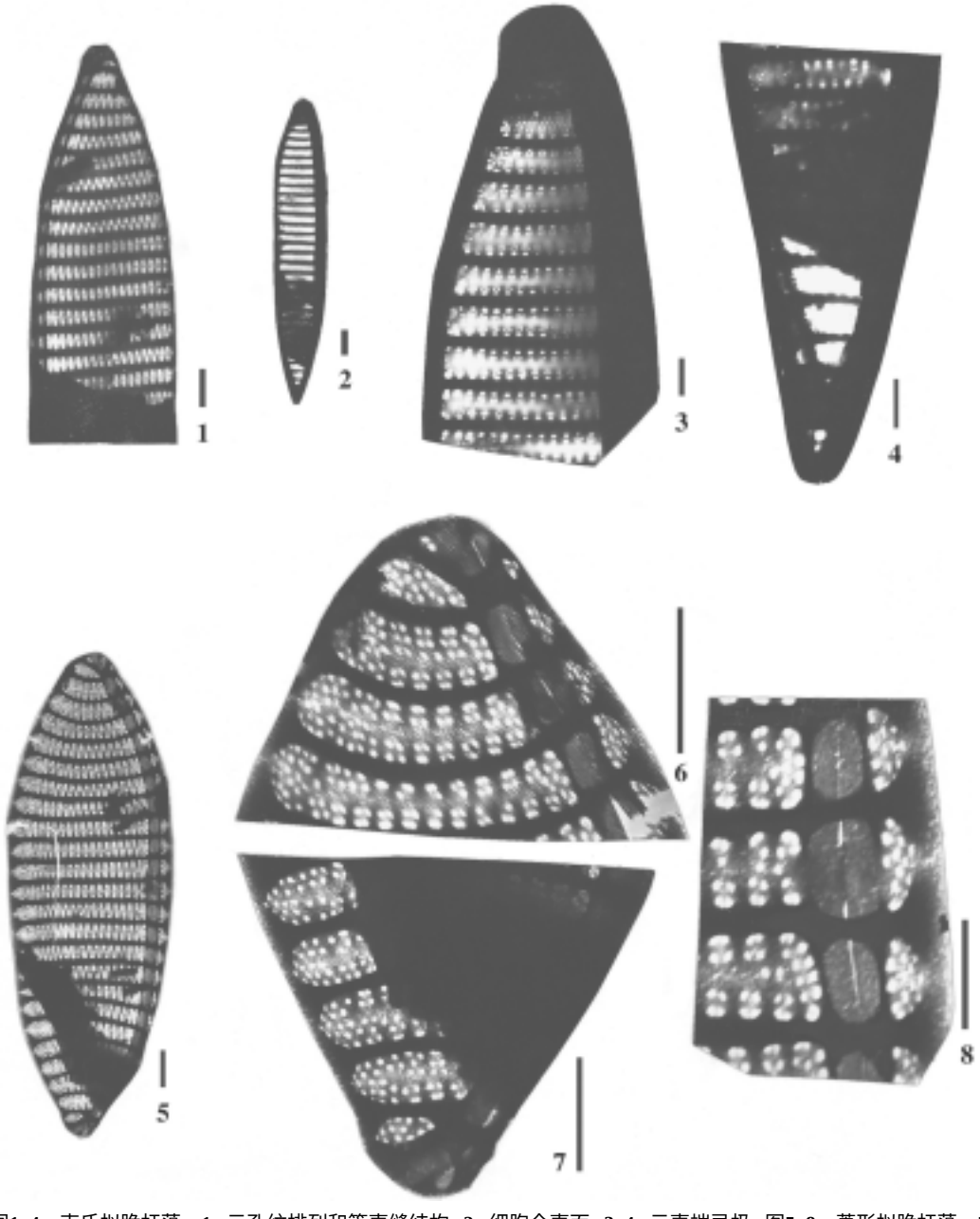

图**1–4** 克氏拟脆杆藻 **1.** 示孔纹排列和管壳缝结构。**2.** 细胞全壳面。**3, 4.** 示壳端异极。图**5–8** 菱形拟脆杆藻 **5.** 细胞全壳面。**6, 7.** 示壳端异极。**8.** 示壳缝和中央较大船骨点。标尺长度为1 μm。

Figs. 1–4. *Fragilariopsis kerguelensis* (O'Meara) Hustedt. **1.** Striae and raphe. **2.** Whole valve view. **3, 4.** Larger specimen heteropolar. **Figs. 5–8.** *Fragilariopsis rhombica* (O'Meara) Hustedt. **5.** Whole valve view. **6, 7.** Heteropolar apical axis. **8.** Raphe and larger interspace. Scale bars=1 μm.

分布: 本种主要分布于冷水海域如南极和亚南极海域(Hasle, 1965, 1968; Round et al., 1992; Hasle & Syvertsen, 1997)以及北大西洋海域(Mcminn, 1995),还曾记录于印度洋底更新世沉积物中(Abbott, 1974)。我们的标本采自E8站位(31º 59.61 N,126º 1.35 E) 78 m

水层(2000年11月)以及长江口附近海域(30ºN,123ºE)0 m水层(2003年5月)。

2 菱形拟脆杆藻　图5－8

Fragilariopsis rhombica (O'Meara) Hustedt in Arch. Hydrobiol. 46: 296, figs. 6, 7. 1952; et in Deutsch. Antarkt. Exped. 1938/1939: 163, pl. 10, figs. 113–120, pl. 12, fig. 157. 1958; et in Öst. Bot. Z. 105: 205, figs. 8–11. 1958; Manguln in Ann. Sci. Nat. Bot. 12: 300, pl. 29, figs. 355, 356. 1960; Hasle in Skr. Norske Vidensk. -Akad. Oslo, Mat. -Naturvidensk. Kl. 16: 28, pl. 6, fig. 7. 1964; et in Skr. Norske Vidensk. -Akad. Oslo, Mat. -Naturvidensk. Kl. 21: 24, pl. 1, fig. 6, pl. 4, fig. 19, pl. 6, fig. 5, pl. 8, fig. 11, pl. 9, figs. 1–6, pl. 10, figs. 2–6. 1965; Hasle & Medlin in Medlin & Priddle, Polar Diatoms 181, pl. 24.1, figs. 6, pl. 24.2, figs. 19, pl. 24.4, figs. 1–6. 1990; Hasle & Syvertsen in C. R. Tomas, Ident. Marine Phytoplankton 300–301, pl. 68. 1997. ——*Diatoma rhombica* O'Meara in J. Lin. Soci. (Botany) 15: 55, pl. 1, figs. 2. 1877; Castracane in Challenger Exped., Bot. 2 (4): 57, pl. 25, fig. 22. 1886.

Fragilaria rhombica (O'Meara) Heiden & Kolbe in Deutsch. Südpolar-Exped. 1901–1903 8: 552. 1928.

Nitzschia angulata Hasle in Nova Hedw. Beih. 39: 115. 1972.

环面观: 壳面宽,环面窄,细胞依靠壳面全部或大部分相连成带状群体,相邻壳面连接紧密,无间隙。

壳面观: 壳面长8–53 μm,宽7–13 μm。条纹或肋突密度是10 μm内8–16。中等或较大个体呈披针形或线形,壳面两侧边缘平行,末端较尖,小型个体末端较圆。壳面的宽度与长度成一定比例。点条纹在中部直,在两端则略弯曲。每行条纹由两列点纹组成。有明显的中央较大间区。我们采到的标本长16 μm,宽4.5 μm,条纹密度为10 μm内12条。

生态: 该种为浮游生活种类。

分布: 主要分布于冷水海域如南极和亚南极海域(Hasle, 1965; 1968; Round et al., 1992; Hasle & Syvertsen, 1997)以及北大西洋海域(Mcminn,1995),还曾记录于印度洋底更新世沉积物中(Abbott, 1974)。我们的标本采自E8站位(31º 59.61 N, 126º 1.35 E)78 m水层(2000年11月)以及长江口附近海域(30ºN,123ºE)0 m水层(2003年5月)。

参 考 文 献

Abbott W H. 1974. Temporal and spatial distribution of pleistocene diatoms from the southeast Indian Ocean. Beiheft zur Nova Hedwigia 25: 291–347.

Cheng Z-D (程兆第), Gao Y-H (高亚辉). 1993. Nanodiatoms from Xiamen Harbour (I). Acta Phytotaxonomica Sinica (植物分类学报) 31: 197–200.

Cheng Z-D (程兆第), Gao Y-H (高亚辉), Liu S-C (刘师成). 1993. Nanodiatoms from Fujian Coast (福建沿岸微型硅藻). Beijing: China Ocean Press.

Gao Y H, Chen C P, Li Y. 2003. Marine nanoplanktonic diatoms from coastal waters of Hong Kong. In: Morton B ed. Perspective on Marine Environment Change in Hong Kong and Southern China, 1977–2001. Hong Kong: Hong Kong University Press. 93–107.

Gao Y-H (高亚辉), Cheng Z-D (程兆第). 1992. A new species and two new varieties of *Thalassiosira*. Journal of Xiamen University (Natural Science Edition) (厦门大学学报(自然科学版)) 31: 291–294.

Gao Y-H (高亚辉), Cheng Z-D (程兆第), Chin T-G (金德祥). 1992. *Minidiscus*, a new nanodiatom genus for China. Acta Phytotaxonomica Sinica (植物分类学报) 30: 273–276.

Gao Y-H (高亚辉), Jiao N-Z (焦念志). 1995. *Thalassiosira* (Bacillariophyta): four new records in China. In: Dong J-H (董金海), Jiao N-Z (焦念志) eds. Ecosystem Research of Jiaozhou Bay-Series from Chinese Ecosystem Research Network (胶州湾生态学研究——中国生态学研究丛书). Beijing: Science Press. 90–95.

Glezer S I, Makarova I V, Moisseeva A I, Nikolaev V A. 1988. The Diatoms of the USSR, Fossil and Recent 2 (1): Pyxidiculaceae, Thalassiosiropsidaceae, Triceratiaceae, Thalassiosiraceae. Leningrad: Nauka.

Guo J (郭健), Lin J-H (林加涵), Cheng Z-D (程兆第). 1999a. Studies on marine nanodiatoms in coastal waters of northern South China Sea. Journal of Oceanography in Taiwan Strait (台湾海峡) 18: 63–66.

Guo J (郭健), Liu S-C (刘师成), Lin J-H (林加涵). 1999b. Five newly-recorded species in the genus *Nitzschia* from China. Acta Phytotaxonomica Sinica (植物分类学报) 37: 526–528.

Hallegraeff G M. 1981. Seasonal study of phytoplankton pigments and species at a coastal station off Sydney: importance of diatoms and the nanoplankton. Marine Biology 61: 107–118.

Hallegraeff G M. 1984. Species of the diatom genus *Thalassiosira* in Australian waters. Botanica Marina 27: 495–513.

Hasle G R. 1964. *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studies in the light and electron microscopes. II. Some marine species of the groups *Nitzschiella* and *Lancedatae*. Skrifter utgitt av Det Norske Videnskaps-akademi i Oslo. I. Matematisk- Naturvidenskapelig Klasse 16: 1–48.

Hasle G R. 1965. *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studies in the light and electron microscopes. III. The genus *Fragilariopsis*. Skrifter utgitt av Det Norske Videnskaps-akademi i Oslo. I. Matematisk-Naturvidenskapelig Klasse 21: 1–49.

Hasle G R. 1968. Observations on the marine diatom *Fragilariopsis kerguelensis* (O'Meara) Hustedt in the scanning electron microscope. Nytt Magasin for Botanikk 15: 205–208.

Hasle G R. 1972. *Fragilariopsis* Hustedt as a section of the genus *Nitzschia* Hassall. Beiheft zur Nova Hedwigia 39: 111–119.

Hasle G R. 1993. Nomenclatural notes on marine planktonic diatoms. The family Bacillariaceae. Beiheft zur Nova Hedwigia 106: 315–321.

Hasle G R, Syvertsen E E. 1997. Marine Diatoms. In: Tomas C R ed. Identifying Marine Phytoplankton. San Diego: Academic Press. 5–386.

Liu S-C (刘师成), Gao Y-H (高亚辉), Cheng Z-D (程兆第). 1994. Studies on marine nanodiatoms from Fujian coast in winter. Acta Oceanologica Sinica (海洋学报) 16: 80–84.

Mcminn A. 1995. Comparison of diatom preservation between oxic and anoxic basins in Effis Fjord, Antarctic. Diatom Research 10: 145–151.

Round F E, Crawford R M, Mann D G. 1992. The Diatoms: Biology & Morphology of the Genera Ⅱ. Cambridge: Cambridge University Press.